

El Projecte s'ha desenvolupat dintre del Grup de Geometria i Gràfics de la UdG on es treballa amb projectes de desenvolupament urbanístic 3D. L'objectiu del projecte consisteix en construir una aplicació per simular l'evolució de ciutats expandint els carrers al llarg del temps. L'aplicació es desenvoluparà dintre del projecte urbanEngine incorporant la possibilitat d'expandir ciutats com una extensió d'aquest. A més es vol dissenyar una interfície gràfica d'usuari que faciliti les tasques de configuració i supervisió del sistema.

Les principals funcions realitzades en el projecte són:

1. Domini del llenguatge de programació Python.
2. Estudi de la plataforma de creació i modelat 3D Houdini.
3. Estudi del projecte urbanEngine.
4. Estudi de les biblioteques wxPython i el programa wxGlade per el desenvolupament de interfícies gràfiques.
5. Disseny d'una estructura de dades de carrers.
6. Disseny i implementació d'un sistema de simulació per l'expansió de carrers.
7. Integar el sistema d'expansió dintre el projecte urbanEngine per poder visualitzar els resultats 3D en Houdini.
8. Disseny i implementació d'una interfície de control.

Sistema d'expansió de carrers

El disseny del sistema s'ha inspirat un article "interactive Geometric Simulation of 4D Cities", aquest article defineix breument les etapes a seguir per produir un sistema d'expansions de carrers probabilístic i parametrizable amb resultats molt realistics.

L'aplicació necessita tenir configurat prèviament uns paràmetres i la ciutat inicial de la qual es partirà. El sistema utilitza una estructura de dades de carrers basada en la teoria de grafs. Organitzada en una llista de nodes (ordenats i sense repetir) i una llista d'arestes (segments de carrers).

El mecanisme d'expansió de carrers en ciutats es pot dividir en les etapes següents:

1. Càlcul del node de partida:

1.1. Filtre previ de tots els vèrtexs de la ciutat per tal d'eliminar els vèrtex sense interès. S'utilitza una fórmula que depèn del paràmetre "factor" i la valència del vèrtex. Això provoca que les ciutats tinguin carrers més amples sense aglomeraments d'interseccions

La valència d'un vèrtex és la quantitat d'arestes que van a parat a aquest node.

1.2. Càlcul de probabilitats per tal d'escollir el node més adequat.

Primer es calcula la probabilitats de cada un dels vèrtexs amb una fórmula que relaciona la distància del vèrtex al centre de la ciutat amb un paràmetre "f". En el següent pas s'ordenen les probabilitats de més gran a més petita. A continuació es fa la suma ponderada de probabilitats per transformar la llista de vèrtexs en una llista d'interval segons la seva probabilitat. I per finalitzar es calcula un nombre aleatori per escollir un vèrtex segons l'interval.

2. Càlcul de la direcció i longitud de l'expansió: Partint del vèrtex anterior es calcula la direcció segons els carrers als quals intervé aquest vèrtex. Si el vèrtex té valència 1 l'angle calculat s'era el mateix del carrer. Si el vèrtex té valència 2

l'angle calculat serà el perpendicular. I si el carrer té valència 3 l'angle serà en la única direcció possible, ja que la valència màxima permesa per node és de 4. La figura 1 els sistema més clarament.

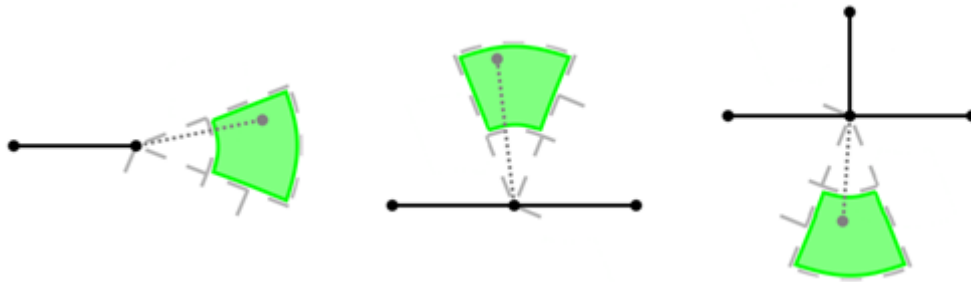


Figura 1. Expansió d'un vèrtex segons la seva valència.

Al angle obtingut de la valència se l'hi aplica una petita variació definida per el paràmetre "Variació de l'angle" i un nombre aleatori. El càlcul de la longitud d'expansió segueix el mateix procediment segons els paràmetres "longitud mínima", "longitud màxima" i un nombre aleatori.

- 3. Adaptació del nou carrer a la ciutat actual:** Aquesta etapa controla que el nou carrer no intersequi amb algun carrer de la ciutat. En cas de no localitzar cap intersecció s'extendeix el nou carrer X unitats, les configurades pel paràmetre "Allargament" i torna a calcular les interseccions. I per finalitzar es comprova l'existència de vèrtexs antics de la ciutat menors a una distancia, configurada per el paràmetre "Snap", en el cas de localitzar un vèrtex s'agafa el més proper per reemplaça'l com a destí de l'expansió. La figura 2 mostra això més clarament.

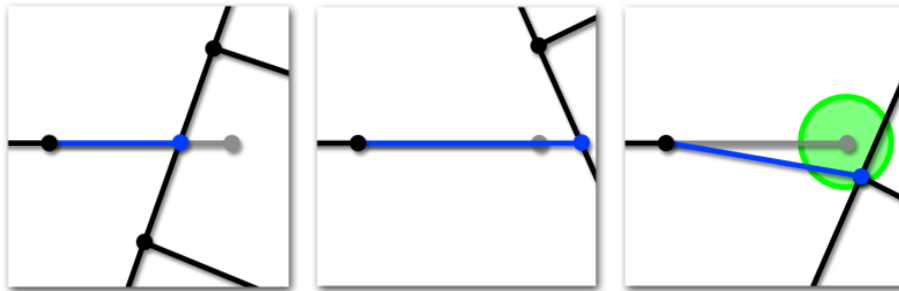


Figura 2. Adaptació del nou carrer a la ciutat actual.

- 4. Correcció d'errors i incorporació del nou carrer dintre de la ciutat:** En aquesta ultima etapa es comprova que no es modifiqui cap vèrtex amb valència 4. Si no s'ha produït cap error s'incorpora el nou carrer dins la ciutat i en el cas de detectar intersecció es parteixen els carrers involucrats.

UrbanEngine

L'UrbanEngine és un projecte realitzar a la udg amb l'objectiu de construir edificis i altres estructures arquitectòniques seguint un sistema de modelat procedural.

L'UrbanEngine esta format per una sèrie de mòdul:

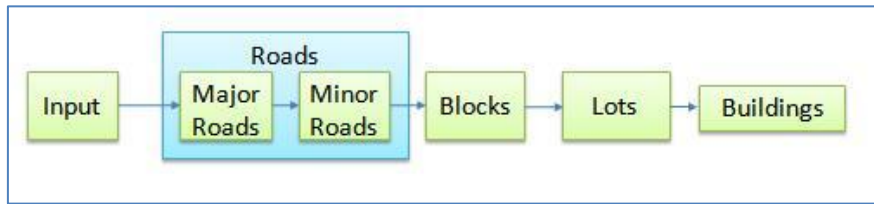
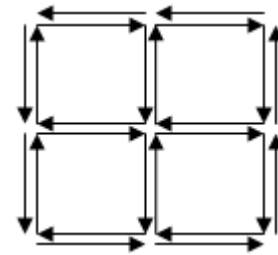


Figura 3. Mòduls de l'urbanEngine.

Cada un dels mòduls és una etapa de la construcció de la ciutat. Començant de la més genèrica a la menys. Els mòduls es poden veure a la figura 3 i són els següents: Avingudes, Carrers, blocs, parcel·les i edificis.

Per integrar el software d'expansió dintre de l'urbanEngine s'ha creat un nou mòdul de Carrers perquè reemplaçés el mòdul de Roads existent. El que s'ha fet es esbrinar l'estructura d'entrada del mòdul següent en concret el mòdul de blocs. I s'ha extret de l'estructura de dades de la ciutat expandida aquesta estructura.

Per poder fer l'abstracció de blocs, el primer és obtenir la llista d'arestes de tota la ciutat i duplicar-la en arestes dirigides en sentits oposats. Llavors es busca l'aresta contigua que té l'angle més petit en sentit antihorari. I s'itera fins a tancar un bloc, tal com mostra la figura de la dreta. I així fins a trobar tots els blocs.



El següent pas per aconseguir l'estructura compatible amb l'urbanEngine és passar aquesta estructura a un node Houdini.

Houdini és una aplicació de disseny 3D molt potent que utilitza un mecanisme per modelar molt peculiar, basat en estructures modular. Internament treballa amb estructures de nodes i les operacions entre elements són comparables a relacions entre els diferents tipus de nodes pares i fills.

L'últim pas de la integració a estat crear el nou mòdul de carrers que reemplaça els mòduls (Major Roads i Minor Roads) seguint l'estructura de classes ja dissenyada de l'urbanEngine i fer que aquest mòdul proporcioni al següent mòdul una estructura dels blocs d'edificis estructura en nodes Houdini de diferents tipus.

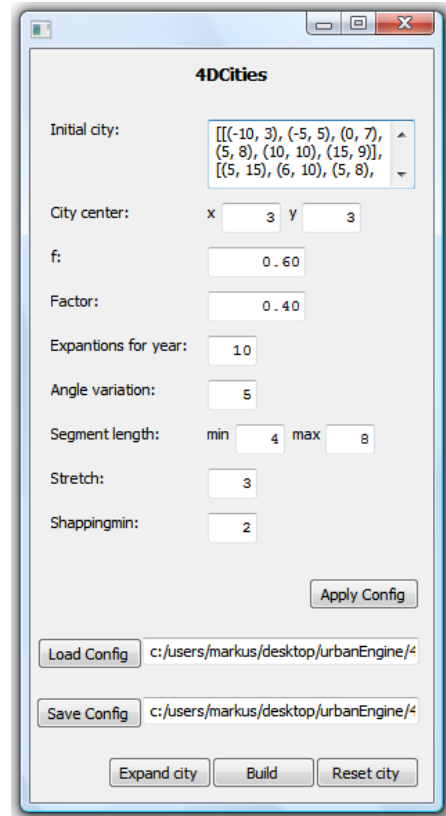
Interfície Gràfica.

Per poder tenir reunits tots els paràmetres de configuració, el control del sistema d'expansió de carrers, el control d'edificacions de l'urbanEngine en una sola aplicació s'ha creat una interfície gràfica GUI. El disseny de la GUI és el vist en la figura següent.

La GUI inclou:

1. Paràmetres de configuració:
 - **Ciutat inicial:** Estructura de carrers de la ciutat per defecte.
 - **Centre de la ciutat:** Coordenades al centre de la ciutat.

- **f**: Concentració respecte el centre.
 - **factor**: Filtre previ dels vèrtexs segons valència en l'etapa del càlcul del node de partida.
 - **Expansions per iteració**: Numero d'expansions al prémer "expand".
 - **variació de l'angle** : Variació del angle d'expansió.
 - **Longitud mínima** : Longitud mínima del nou segment.
 - **Longitud màxima** : Longitud màxima del nou segment.
 - **Allargament**: Allargament en l'etapa d'adaptació
 - **Snap**: Proximitat a un node ja existent.
2. Boto per guardar la configuració entrada.
 3. Un boto per carregar els paràmetres de configuració utilitzant un fitxer XML.
 4. Un boto per guardar els paràmetres actuals en un fitxer XML.
 5. Boto per realitzar l'expansió de la ciutat.
 6. Boto per construir els edificis de la ciutat segons les illes formades.
 7. Boto de reset per torna la ciutat a la seva configuració inicial.



Al interactua amb els botons corresponents es poden anar veient els progressos de l'evolució de la ciutat en 3D dintre de la pantalla central de Houdini.

Resultats

Per tal de demostrar que els objectius del projecte s'han complert, en les figures següents es mostra una seqüència d'imatges capturades en Houdini mentre s'expandidia una ciutat.

